Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die zeitliche und räumliche Zuordnung der für zahnärztliche Arbeiten verwandten Materialien

Ein geschichtlicher Überblick als Beitrag zur forensischen Odontologie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Reiner G. Mauer
aus Merchweiler

Mainz 1979

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552618_0035

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die zeitliche und räumliche Zuordnung der für zahnärztliche Arbeiten verwandten Materialien

Ein geschichtlicher Überblick als Beitrag zur forensischen Odontologie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Reiner G. Mauer
aus Merchweiler

Mainz 1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Fachbereichsdekan:	Prof. Dr. G. Mann
1. Gutachter:	Dr. Dr. R. Endris
2. Gutachter:	Prof. Dr. H. Leithoff

INHALTSÜBERSICHT

		Seite
1.0	EINLEITUNG	1
2.0	DIE MATERIALIEN	3
	2.1 Gold und Goldlegierungen	3
	2.2 Amalgame	10
	2.3 Stähle. Edelstähle, unedle Metalle	20
	2.4 Keramische Massen	27
	2.5 Kautschuk	33
	2.6 Kunststoffe	36
	2.7 Zemente	42
3.0	TABELLEN UND SCHAUBILDER	50
4.0	ZUSAMMENFASSUNG	66
5.0	LITERATURVERZEICHNIS	68

1.0 EINLEITUNG

Die Entwicklung spezieller zahnärztlicher Werkstoffe setzt um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein, als Materialien wie Emaille, Porzellan und Goldlegierungen den Anforderungen der Zahnärzte nicht mehr genügten.

Die Amalgame, ab 1819 in größerem Umfang verwendet, werden auf wissenschaftlicher Grundlage wesentlich verbessert, Kristall- und Schwammgolde ermöglichten exakte Hämmerfüllungen, die Einführung des Kautschuks in die Zahnheilkunde 1851 bestimmte für fast ein Jahrhundert die Massenfertigung von Prothesen.

Neue Gußverfahren brachten ebenso wie neue Materialien Umwälzungen in das Gebiet der Zahnheilkunde. Die Entwicklung von Kunststoffen, die den Minimalansprüchen der Zahnärzte und Patienten genügte, brachte gründlegende Änderungen und wurde stetig, teilweise perfekt verbessert.

Für den Gerichtsarzt ist es interessant und vielleicht wichtig zu wissen, welche Materialien welcher Epoche zuzuordnen sind, wo ihr Ursprung und ihre größte Verbreitung zu suchen sind.

Ein solcher Überblick ist unter Umständen hilfreich bei der Identifizierung unbekannter Toter.

In dieser Arbeit wurde das Hauptgewicht auf die Entwicklung der zahnärztlichen Werkstoffe gelegt. Die einzelnen Materialgruppen wie Metalle, Zemente, Kunststoffe usw. sind in getrennten Abschnitten in ihrer Entwicklung und ihrer sich ändernden Zusammensetzung dargestellt.

2.0 DIE MATERIALIEN

2.1 Gold und Goldlegierungen

Gold spielt für die Zahnheilkunde von Beginn an bis in die heutige Zeit die bedeutendste Rolle als Füllungs- und Ersatzmaterial. Der Grund hierfür ist in der guten Verträglichkeit, der verhältnismäßig leichten Legierbarkeit und Verarbeitungsmöglichkeit zu suchen.

Es gibt Hinweise, daß schon Ägypter, Phönizier, Etrusker, Griechen und Römer einfache Zahnersatzformen aus Gold, Tier- und Menschenzähnen herstellten. Um 800 n. Chr. rät der arabische Arzt MESUE (zit. bei 18), Kavitäten mit Goldplättchen zu füllen (4, 16, 17).

Die Methode des Zahnfüllens verharrte auf diesem Niveau über Jahrhunderte; erst im 15. Jahrhundert erwähnt der Italiener ARCOLANI (zit. bei 17), gest. 1458, wieder das Füllen der Kavitäten mittels Gold. GAIDA (17) berichtet, daß 100 Jahre nach ARCOLANI Gold zum allgemeingebräuchlichen Füllmaterial geworden ist.

PARE (zit. bei 17) (1517 - 1590) fertigt schon Obturatoren zum Verschluß von Defekten des harten Gaumens aus Gold- und Silberblechen.

HEISTER (zit. bei 51) (1683 - 1758) und BRUNNER (zit. bei 17) verwenden Blattgold als Füllmaterial, ebenso PHILIPP PFAFF (53), der sogar freiliegendes Zahnmark mit genau anliegendem Goldblech überkappte und darüber eine Füllung aus Blattgold hämmerte.

Der Franzose GARDETTE (zit. bei 17) stellt sowohl Goldfüllungen als auch ab ca. 1800 schon geprägte Goldplatten her, die durch gute Paßgenauigkeit ohne Federn halten. Vorher mußten Prothesen mittels intermaxillären Federn am Platz gehalten werden. 1803 fertigt LAFORGUE (36) schmale Platten aus Gold und Platin, auf denen er mit Stiftchen künstliche Zähne befestigt.

Da eine spezielle Dentalindustrie erst Mitte des 19. Jahrhunderts gegründet werden konnte, waren die Zahnärzte von dieser Zeit und bis weit in das 20. Jahrhundert hinein gezwungen, Gold-Legierungen ihrer Ansprüche selbst herzustellen; so wurden Münzen mit gefordertem Goldgehalt eingeschmolzen und als Grundlage für Dentallegierungen verwandt;

entsprechend der Vielfalt der Münzlegierungen waren auch die Legierungen der "Dentalgolde" unterschiedlich.

1838 werden in Pittsburg Maschinenhämmer benutzt, um Goldplättchen zu verdichten.

1840 wird in Amerika die Kaltverschweißung von Goldplättchen zufällig entdeckt (20).
1850 werden die Schwamm- und Kristallgoldherstellung beschrieben. Das sind die Voraussetzungen, Goldhämmerfüllungen herzustellen; ARTHUR (zit. bei 17) beschreibt 1855 diese Methode der kohäsiven Füllung.

1885, zu der Zeit, als Zähne zur Aufnahme von Füllungen und Kronenersatz schon präpariert werden, läßt W. HERBST (zit. bei 17) in Bremen industriell Blattgold herstellen. Goldfüllungen werden ausschließlich gestopft oder gehämmert, in der Prothetik wird gezogenes und gestanztes Goldblech verarbeitet.
Erst um 1900 ist man in der Lage, Gold zu vergiessen, aber auch später werden natürlich noch Goldhämmerfüllungen - wenn auch in immer geringerem Umfang - hergestellt.

Da die Ansprüche an das Material durch die zunehmend komplizierter werdenden zahnärztlichen Arbeiten steigen, verschiedene physikalische Eigenschaften verlangt werden, wird die Zusammensetzung der Legierungen verfeinert und variiert. Die nachstehenden Tabellen zeigen die Entwicklung und Änderung der Goldlegierungen zu verschiedenen Zeitpunkten (8, 48, 104).

Nach 1907 zwingt die Goldknappheit vor allem in Notzeiten während und zwischen den Weltkriegen, sogenannte Spargolde zu verwenden, z.B. ALBA, PALLIAG, PALAGOLD, PEDAGAM, Legierungen mit hohen Palladium- und Silberzusätzen, der Goldgehalt wurde stark reduziert.

Beispiele für solche Spar-Legierungen sind:
(Angaben in Prozent)

	Ag	Au	Pd	Cu	Pt	Zn
USA	52	23	15	7,5	2	0,5
Deutschland	65	0,5	20-25	9	-	1

Diese beiden Legierungen wurden 1925 in den USA bzw. Deutschland auf den Mark gebracht.

PARREIDT (50) gibt 1893 19- bis 22 karätige Golde an (Angabe in Teilen):

Au (Karat)	Cu	Ag	Pt
18	4	2	-
19	3	2	-
20	2	2	-
20	2 2/3	1 1/3	-
21	2	1	-
21	2,5	-	1/2
22	1	3/4	1/4

1938 kommt das Spargold "Dualor" auf den Markt, 14karätig mit Palladiumzusatz. "Dualor" hat zahnfarbähnliches Aussehen.

Die Firma DEGUSSA (8) stellt in diesem Jahr weiter folgende Legierungen her:

Palliag W	2% Au	0,2% SN	0,3% Zn	1180° C
Palliag P	2% Au	2,5% Cu	0,7% Zn	1125° C
Palliag M	2% Au	10,5% Cu	1,5% Zn	1040° C
Palliag III O	5% Au	10 % Cu	1 % Zn	1130° C
Alba O	2% Au	8,40% Pt	4 % Co	

Palliag W (Kronenlegierung)
Palliag P (Plattenlegierung)
Palliag M (Gußlegierung)
Palliag III O (Legierung für orthodontische Apparaturen)

Der jeweilige Rest ist Silber.

DEGUSSA (8) vertreibt 1949 folgende Goldlegierungen:

Plombiergold in Pellets	22 Karat + 2 % Pt
Kronenlegierungen	20 Karat + 2 % Pt
Klammer- und Gußlegierungen	18 Karat + 5 % Pt
Orthalor sog. Fritschlegierung	18 Karat + 25 % Pt

Auch heute sind verschiedenartige Goldlegierungen auf dem Markt; ihre Eigenschaften sind je nach Verwendungszweck in der Tabelle aufgegliedert:

Bezeichnung		Schmelzintervall°	Brinellhärte W	Brinellhärte V	Spez.Gew.
extra weich	A	1080-990	58	-	17,4
weich	B				
naturgelb		1040-990	82	-	16,1
weich	S				
sattgelb		990-910	80	-	16,0
mittelhart	C	920-860	115	173	15,6
hart	M	970-900	145	220	15,7
Klammerleg. 11 % Pt		980-880	180	280	-

W = weich

V = vergütet

In Deutschland werden heute als Gold für Aufbrennkeramik vor allem Legierungen der Firmen DEGUSSA (8) und W. HERBST (zit. bei 17) benutzt; sie haben einen sehr hohen Anteil an Metallen der Gold- und Platingruppe.

Degudent	96,8 %	Schmelzintervall - 1210 - 1080° C
Herador	99 %	Schmelzintervall - 1200 - 1130° C

Eine typische Zusammensetzung für Weißgold besteht aus:

65-70 % Au, 7-12 % Ag, 10-12 % Pd, 6-10 % Cu, 0-4 % Pt, 1-2 % Zn

Spargolde: 50 % Au, 10 % Pd, Rest Ag und Cu

Moderne Goldlegierungen verändern sich im Mund nicht, sie sind absolut mundbeständig. Veränderungen, denen Füllungen oder Zahnersatz im Mund unterworfen werden, haben mechanische Ursachen. Zu weiche Legierungen können nach längerer Zeit durchgebissen werden; dies ist auch bei guten Legierungen zu beobachten, wenn durch Frühkontakte - das Inlay, die Goldkrone oder Brücke überragt die Okklusionsebene - Überbelastungen entstehen.

Eine weitere mechanische Veränderung, die nach längerer Zeit an einer Goldgußfüllung entstehen kann, sind aufgebogene Ränder bei zu geringer Materialstärke.

Frühere Goldlegierungen waren inhomogener und zeigten nach längerer Zeit Korrosionserscheinungen (41).

2.2 Amalgame

Amalgame sind Legierungen des Quecksilbers mit anderen Metallen. Sie sind aufgrund der leichten Verarbeitbarkeit, der guten physikalischen Eigenschaften und des relativ geringen Preises auch heute noch das meistangewandte Füllungsmaterial im nicht sichtbaren Bereich; sie finden ausschließlich in der konservierenden Zahnheilkunde Verwendung.

Im 16. Jahrhundert erwähnt STOCKER (zit. bei 52) zum ersten Mal Kupferamalgame als Füllungsmaterial für Zähne, eingangs des 19. Jahrhunderts findet in England der "Sullivan-Zement" - ebenfalls ein Cu-Amalgam - Verwendung.

1819 gibt CHRISTIAN BELL (zit. bei 52) seinen "Bell'schen Zahnkitt" an, ein Amalgam mit plastischer Verarbeitungsweise aus gefeilten Silberspänen und Quecksilber.

Um bessere plastische und damit Verarbeitungseigenschaften zu gewinnen, werden den Amalgamen vielfach Bleizusätze zugegeben. Obwohl 1813 in Preußen Füllungen mit Blei und Bleizusätzen verboten werden, werden in anderen Ländern noch Amalgame auf Bleibasis propagiert, so GOBLINS (zit. bei 52) 1827 mit seinem binären Blei-Quecksilber-Amalgam, das sich - glücklicherweise - nicht durchsetzt (zit. bei 52).

In der Folgezeit werden verschiedene Wege auf der Suche nach besseren Amalgamen beschritten:
1837 legiert TAVEAU (zit. bei 52) Quecksilber mit Silberspänen, LINDERER (37) in Deutschland bereitet sein Amalgam aus Silberpräzipitat und Quecksilber, ASH & SONS (zit. bei 67) und ROBERTSON (zit. bei 67) in England erstellen ein - nach TOMES (68) - brauchbares Amalgam aus Silber-, Gold-Zinnfeilung und Quecksilber.
Schließlich stellte TOWNSEND (zit. bei 52), USA, ein brauchbares, aber kontrahierendes Amalgam aus 44,5 % Ag, 55,5 % Sn als Feilung mit Quecksilber her.

Da die Toxizität des Quecksilbers schon lange vor der Verwendung vom Amalgamen als Füllmaterialien in der Zahnheilkunde bekannt war, wurden immer wie-

der warnende Stimmen laut, die von seiner Anwendung abrieten, es gar verbieten wollten. Diese Vorwürfe können berechtigt sein bei falscher Dosierung, falscher Aufbewahrung und falscher Verarbeitung von Quecksilber und Amalgamen. Einen Höhepunkt dieser Auseinandersetzung war der sogenannte "Amalgamkrieg" in den USA von 1840 bis 1855; Gegner und Befürworter der Amalgame schlossen sich in Gesellschaften zusammen, die sich nicht nur auf wissenschaftlicher, sondern auch auf polemischer Basis bekämpften; natürlich fanden die einzelnen Lager Unterstützung in den entsprechenden Industriezweigen. Nachdem nachgewiesen werden konnte, daß bei richtiger Lagerung und Verarbeitung Amalgam keine toxischen Nachteile hat, endete der "Krieg" mit einem "Sieg" der Amalgambefürworter; weiterhin und in immer größerem Maße wird Amalgam angewandt.

Lange Zeit war das Kupferamalgam beliebt, besonders wegen seiner mechanischen Eigenschaften; so war es in der Kantenfestigkeit allen anderen Amalgamen überlegen. 1852 fertigt BAUER (zit. bei 52) in Deutschland mit chemisch reinem Kupfer unter Wasserabschluß zusammen mit Quecksilber und Schwefelsäure ein Kupferamalgam.

LIPPOLD (38) gibt 1859 ein kontraktionsloses, in ähnlicher Zusammensetzung noch heute gebräuchliches Kupferamalgam an.
Die Zusammensetzung ist:

66 % Hg
34 % Cu vor dem Auspressen
60 % Hg
40 % Cu nach dem Auspressen von Hg.

Als 1887 in den USA neue ökonomische Kupfergewinnungsverfahren (Cu-Gewinnung aus Kupfervitriol mittels elektrischem Strom) entdeckt werden, findet auch hier Kupferamalgam breite Verwendung (65, 66).

Nach Bekanntwerden von MILLERs (47) Kariestheorie im Jahre 1884 und seiner Bestätigung der bakteriostatischen Wirkung von Kupfer und Kupferamalgam erreicht die Anwendung dieses Füllungsmaterial ihren Höhepunkt.
Die weitere Entwicklung der Silberamalgame zu den Kupferamalgamen überlegenen Legierungen läßt die Anwendung der letzteren bis heute ständig abnehmen. Gelegentlich wird es heute noch bei Kinderbehandlung angewandt, vor allem, weil es auch in nicht absolut trockene Kavitäten eingebracht werden kann.

In den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts sind ungefähr 75 Amalgame im Handel; die meist verbreiteten sind die von

SCHULZ (zit. bei 52) in Hamburg	1 Dukat Feingold, 1 Lot Feinsilber, 1 Lot Zinn
HEIDER (zit. bei 52) in Wien	1 Dukat Feingold, 3 Dukaten Silber, 2 Dukaten Zinn
ZEITMANN (zit. bei 52) in Frankfurt/Main	1 Teil Gold, 4,5 Teile Silber, 4,5 Teile Zinn
SCHMIDT (zit. bei 52) in Hannover	3 Dukaten Gold, 2,5 Teile Silber, Rest Zinn auf 7 Lot Legierung

und die von ASH (zit. bei 67) und ROBERTSON (zit. bei 67) angegebenen (50).

Ende des 19. Jahrhunderts setzt eine regelrechte wissenschaftliche Amalgamforschung ein, zu der 1871 TOMES in England (zit. bei 67), 1872 HITCHCOCK in den USA (zit. bei 52), FLETCHER (zit. bei 52) 1873, WESSLER (71) 1887 in Schweden, BLACK (3) 1894 (England) Beiträge liefern.

WITZEL (72), der sich in Deutschland besonders mit Amalgamen beschäftigt, gibt 1899 sein Buch "Das Füllen der Zähne mit Amalgam" heraus.
G.V. BLACK (3) gibt 1894 nach langen Forschungen ein Amalgam mit folgender Zusammensetzung der Feilung an:

68,5 % Ag
25,5 % Sn
5 % Au
1 % Zn

1898 finden FENCHEL (14) und WITZEL (zit. bei 71) eine Legierung, bei der die Expansion des Silbers durch die Kontraktion des Zinns ausgeglichen wird (Dr. FENCHELs Kompensationsamalgam). Außerdem "präamalgamieren" sie ihre Feilungen, ein wichtiger Schritt, der auch heute noch angewandt wird, um durch einen Überzug der Feilspäne mit Quecksilbersalzen eine bessere Durchmischung der Feilung mit Quecksilber zu erreichen.
Ihre Amalgame haben einen Edelmetallanteil von Gold und Platin unter 2 %; WITZEL (72) fügt seinem Amalgam 5 % Cu hinzu, um eine höhere Kantenfestigkeit zu erzielen.
Anfangs des 20. Jahrhunderts sind vereinheitlichte und sehr brauchbare Amalgame auf dem Markt, so

1911 das Amalgam des Chemikers FENCHEL (14) mit

48 % Ag

52 % Sn in der Feilung (14).

Dennoch ist es weit verbreitet, daß Zahnärzte eigene Amalgame herstellen, was nach Untersuchungen des Direktors des Kaiser-Wilhelm-Institutes über Amalgame wieder einmal zu heftigen Auseinandersetzungen über die Giftigkeit führt.
Die DEGUSSA (8) stellt 1938 Amalgame mit folgendem Silbergehalt her:

DEGUSSA Folienamalgam	50 % Ag
DEGUSSA N-Amalgam 670 (Standalloy)	67 % Ag in Nadelform
DEGUSSA Dg-Silber für Amalgam	50 % Ag in Schuppenform
DEGUSSA Feilungsamalgam	50 % Ag (8)

Um gesundheitliche Schäden infolge von Amalgamfüllungen auszuschließen, dürfen heute nur sogenannte Markenamalgame Verwendung finden, deren Zusammensetzung von ADA (American Dental Association) bzw. FDI (Fédération dentaire international) Spezifikationen vorgeschrieben sind.

ADA Spezifikationen für Amalgamfeilung Nr. 1

Mindestgehalt an Silber	65 %
Maximalgehalt an Kupfer	6 %
Maximalgehalt an Zink	2 %
Mindestgehalt an Zinn	24 %

FDI-Spezifikationen für Amalgamfeilung Nr. 1

Mindestgehalt an Silber	65 %
Maximalgehalt an Zinn	29 %
Maximalgehalt an Zink	2 %
Maximalgehalt an Kupfer	6 %
Maximalgehalt an Quecksilber	3 %

1970 haben DEGUSSA-Amalgame eine Zusammensetzung bei

Standalloy	68 % Ag
Standalloy F	70 % Ag
Katalloy	70 % Ag

Alle drei Feilungen sind zinkfrei und haben einen Kupfergehalt von unter 6 % (8).

Die Weiterentwicklung der Amalgame wird fortgeführt; in neuester Zeit kam ein Amalgam mit kugelförmiger Feilung auf den Markt. Um die Korrosionsanfälligkeit der Amalgame während der Abbindezeit herabzusetzen, wurde in den USA ein Amalgam geschaffen, das während des Abbindevorganges keine sogenannte γ-2-Phase hat. Die Feilung dieser Legierung mit dem Markennamen Luxalloy non gamma 2 besteht aus Ag-Sn mit wenig Cu und hohem Zusatz feinkörniger Ag-Cu-Legierung.

Amalgame als Füllungsmaterial sind weltweit verbreitet. Sie nahmen ihren Ursprung in England (16. Jahrhundert) und Deutschland, wurden besonders in diesen Ländern und in den USA in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts weiterentwickelt.

Der Höhepunkt der Verbreitung von Cu-Amalgam ist gegen Ende des 19. Jahrhunderts, in den USA wird diese Legierung vor 1880 nur wenig verwandt.
Die Gefährlichkeit von Bleizusätzen bei Amalgamen wird frühzeitig erkannt, die endgültige Ausmerzung dieses Schwermetalls in Amalgamen ist jedoch erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts vollzogen.

Eine Standardisierung der Amalgame als zahnärztliche Füllungsmaterialien brachten die Spezifikationen der ADA und FDI; sie führten dazu, daß heute in den Länden, in denen die Zahnärzte von der Dentalindustrie beliefert werden, hochwertige, gut zu verarbeitende und ungefährliche Amalgame als Füllungsmaterial angewandt werden.

Amalgamfüllungen unterliegen Veränderungen, die auf mechanische Beanspruchung und chemische Reaktion zurückzuführen sind. Neu eingebrachte, unpo-

lierte Amalgamfüllungen sind matt silbergrau mit deutlich sichtbarer fein gekörnter Oberfläche. Sind diese Füllungen poliert, so ist die Oberfläche hell silberglänzend, sehr homogen und glatt.

Auch polierte Amalgamfüllungen werden durch den Kaudruck verändert. Da die mechanische Toleranzgrenze nicht so hoch ist wie bei guten Goldlegierungen, zeigen ältere Amalgamfüllungen schlechten Randschluß (obwohl die neuen Amalgame eine Expansion von ca. 2 % aufweisen), abgebrochene Kanten und ausgebrochene Oberflächen.

Diese Veränderungen sind auch abhängig von der Applikationstechnik des Zahnarztes: Werden die Füllungen in mehreren kleinen Portionen unter hohem Druck eingebracht, so ist die mechanische Belastbarkeit höher; der Gehalt an Quecksilber ist umso geringer, je höher der Stopfdruck beim Legen der Füllung war, da Quecksilber ausgepreßt und danach entfernt wird.

Ältere Silberamalgamfüllungen weisen eine schwarzgraue Farbe auf. Kupferamalgamfüllungen verfärben sich dunkelbraun bis schwarz.

Zähne, in denen sich Amalgamfüllungen befanden, weisen oft eine charakteristische anthrazitfarbene bis schwarze Verfärbung des Dentins auf, die mit kariösen Defekten oder Karies verwechselt werden können, aber keine Erweichung des Dentins oder Zahnschmelzes zeigen.

Für den Gerichtsarzt ist es nur schwer möglich, genaue Angaben über das Alter der Füllungen zu geben. Es ist lediglich möglich zu sagen, neu, nicht mehr neu oder alt, sowie die chemische Zusammensetzung zu analysieren und einzuordnen.

2.3 Stähle, Edelstähle, unedle Metalle

Mitte des 19. Jahrhunderts setzt das Bemühen ein, billigere und mechanisch gleichwertige Legierungen in die zahnärztliche Technik einzuführen. Als Ersatz für gestanzte Goldbasisplatten verwendet BERTHE (zit. bei 17) 1858 Aluminiumlegierungen, CARL SAUER (56) entwickelt sein "DENTAL METALL" aus 10 % Al und 90 % Cu. Die "RANDOLF", "COSMOS", "VIKTORIA METALL" und "NEUSILBER" Metallegierungen (1873-1888) entsprachen zwar den mechanischen Anforderungen, sie waren jedoch nicht mundbeständig, so daß sie bald wieder verschwanden.

Lediglich das "RANDOLF-METALL" findet heute noch zu zahnärztlich propädeutischen Arbeiten Verwendung.

Die Zusammensetzung dieser ähnlichen Metalle schwankte zwischen

65 % - 66 % Cu
33 % - 34 % Sn

und Zusätzen von

9 % Ni oder Zn
0,2 % - 0,5 % Pb
etwas Fe und Al.

Aus "SCHRÖDERs GUSSMETALL", einer Legierung aus Aluminium mit 2 % Cu, werden im 1. Weltkrieg sehr viele Soldatenprothesen gefertigt.

FRIEDRICH HAUPTMEYER (28), dem damaligen Leiter der Krupp'schen Zahnklinik, gelang 1919 ein grundlegender Durchbruch in der Weiterentwicklung der Prothesenfertigung: Die Prägung von nicht-rostendem Stahl.
Seine Legierung bestand aus:

13 - 20 % Cr
0,6 - 0,7 % Ni
0,15 - 0,4 % C
Rest Eisen.

Der erste V 2 A-Stehl "Wipla", d.h. wie Platin, wird 1923 entwickelt; "Wipla" ist ein typischer 18/8 Stahl mit folgender Zusammensetzung:

18 % Cr
8 % Ni
74 % Fe
0,15 % C

Der Schmelzpunkt liegt bei 1350° C, das spezifische Gewicht beträgt 785.

18/8 Stähle, die erst nach dem 2. Weltkrieg weiter für zahnärztliche Zwecke verwendet werden, sind nicht vergießbar.

1926 vergießt HAUPTMEYER (28) zum ersten Mal nicht rostenden Stahl. Eine gute Gußlegierung ist "Witex"; sie besteht aus:

18 % Cr
12 % Ni
1 % Si
0,07 % C
Rest Fe

Schmelzpunkt: 1450 - 1350° C

Ebenfalls 1926 entdeckt HAUPTMEYER (28) eine Cobalt-Chrom-Legierung, die schon 1909 als "Wiptam" angegeben wurde; es werden weitere Co-Cr-Legierungen entwickelt. 1930 wird in New York und Chicago eine Legierung als "Vitallium" und in Deutschland als "Wisil" - nach 1952 "Wirid" - patentiert.
Diese Werkstoffe sind ausgesprochene Gußlegierungen, die wegen ihrer sehr guten Gewebsverträglichkeit auch zur Herstellung von Implantaten benutzt werden (1, 14, 25).

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Mo	Fe	Be
Wiptam	0,1	1,1	0,7	28,3	24,4	45,5	-	-	1,2
Vitallium	0,4	0,3	0,5	30,8	-	62,5	5,1	0,7	-
Wisil	0,35	0,4	1,0	27,0	-	66,2	4,5	0,5	-

Alle Angaben in %.

Schmelzpunkt: 1400° C

Spezifisches Gewicht: 8,4 (70)

Die ursprünglichen Gußlegierungen werden - außer "Wiptam" - heute nicht mehr hergestellt, an ihre Stelle traten eisenfreie Cr-Co-Mo-Legierungen, wie zum Beispiel "Wironit" oder "Remanit-Gfh".

Sie setzen sich zusammen aus:

65 % Co
30 % Cr
4,5-5 % Mo

Weniger harte und elastische Materialien sind:

	Ni	Co	Cr	Mo	Be	Wo
Ticonium Normal	40	30	25	5	1,2	-
Lutorium	55	1	15	18	-	4 %

Beide letztgenannten Legierungen stammen aus den USA (26).

Auch Chrom-Kobalt-Legierungen werden aufgrund ihrer guten Gewebsverträglichkeit als Materialien zur Herstellung von Implantaten verarbeitet.

Drähte werden aus Metallen wie "Wiptam", "Revistal" oder "Redur" gefertigt. Sie bestehen aus:

45 % Co
28 % Cr
24 % Ni

Neueste Legierungen bestehen aus Chrom, Kobalt, Nikkel (und auch wieder Eisen) mit Zusätzen von Zirkonium, Cerium, Molybdän, Wolfram, Kohlenstoff, Sizilium, Mangan, Magnesium und Bor.

1970 kommt die Legierung "Crutanium" auf den Markt, die aus

4 - 10 % Titan
5 - 15 % Chrom
5 - 15 % Nickel
bis zu 3 % Molybdän
bis zu 1 % Silizium , Magnesium, Eisen, Kohlenstoff,
Rest Kobalt besteht.
Das Schmelzintervall ist 1320° - 1350° C.

Die Anwendung von Stählen, Edelstählen und unedlen Metallen in der Zahnheilkunde beschränkt sich auf herausnehmbaren Zahnersatz und - auch heute noch - in sehr geringem Umfang auf Implantate. Sie hat ihre Ursache in der Notwendigkeit, auf kostengünstigere Materialien als Gold- oder Silberlegierungen zurückzugreifen einerseits und in der besseren Mechanik und Herstellungsart dieser Metalle andererseits.

Durch hervorragende Materialeigenschaften ist es möglich, Teilprothesen in ihrem Volumen drastisch zu reduzieren, auch die Basis für Vollprothesen kann aus diesen Materialien hergestellt werden.

In der kurzen bisherigen Entwicklungsphase hat es hervorragende Fortschritte gegeben, die vor allem durch perfektionierte und rationalisierte Herstellungsverfahren eine weitere Verbreitung dieser Materialien garantieren; so gibt es konfektionierte Gußteile in Wachs, standardisierte Klammersysteme, die dennoch individuelle Herstellungsart und sehr gute Paßform gewährleisten.

Trotzdem ist die Herstellung der neuen Gußskelettierungen wegen aufwendiger Gußeinrichtungen und Zusatzgeräten aufwendig. Die Prothesen aus diesem Basismaterial sind auch heute noch teuer.

Legierungen, die auf Aluminiumbasis beruhen, sind nicht akzeptabel, da sie nicht mundbeständig sind.

Stähle und Edelstähle sind diesen Legierungen weit überlegen, werden aber von heutigen Gußlegierungen übertroffen. Sie verändern sich im Mund aufgrund

guter Elastizität nur wenig, lediglich grazile Teile, wie Klammern oder Aufleger, erfahren mechanische Deformierungen.

Farbliche Veränderungen treten bei neuen Gußlegierungen nicht auf.

2.4 Keramische Massen

Die Möglichkeit, durch keramische Massen Zähne in Farbe und Form zu imitieren, veranlaßte MOUTON (zit. bei 51) 1746, Goldkronen im sichtbaren Bereich zu emaillieren. 1750 ahmt BOURDET (zit. bei 17) Alveolen, Zähne und Zahnfleisch nach, indem er von ihm gefertigten Zahnersatz mit Emaille überzieht; das Emaille wurde auf Goldbänder und -platten aufgebrannt (30, 64). 1756 erfolgte in Frankreich (Sèvres) die Gründung der ersten staatlichen Porzellanfabrik durch Louis XVI. DUBOIS de CHEMANT läßt sich 1788 ein Patent auf die von DUCHATEAU 1776 angegebene Fertigung von Ganzporzellanzähnen geben (zit. bei 17).

Das Material war allerdings Weichporzellan, das den Nachteil hatte, durch Speichelaufnahme zu quellen und Farbveränderungen zu zeigen. Weichporzellan besteht aus 25 % Ton, 45 % Quarz und 30 % Feldspat.

Diese Nachteile werden kompensiert durch Hartporzellan mit Kaolin als Grundsubstanz und verschiedenen Metalloxiden als Farbstoffe. Diese Zähne waren den natürlichen nachgebildet; sie waren im Innern ausgehöhlt, so daß sie mittels eines Holzkeils in der Zahnwurzel befestigt wurden (Pivot-Zähne).
Im Jahre 1808 gelang es dem Italiener FONZI (zit. bei 51), einem Zahnarzt in Paris, erstmals, Keramikzähne mit Häkchen, Langstiften und Platinringen zur Befestigung herzustellen, die als "Dents artificiels terro-métalliques" in den Handel kommen; FONZI (zit. bei 51) ist in der Lage, 26 verschiedene Farben zu brennen (65).

PEALE (zit. bei 51) gründet 1822 in den USA die Porzellanfabrik (27), schon 3 Jahre später errichtet STOCKTON (zit. bei 51) die erste Fabrik für Porzellanzähne.
1837 beginnt auch S.S. WHITE (zit. bei 51) in den USA, Keramikzähne zu produzieren und legt so den Grundstein zu seiner berühmten, heute noch bestehenden Zahnfabrik. Zur selben Zeit versucht MURPHY (zit. bei 51), Keramikmassen passend für Kavitäten zu brennen; ROLLINS (zit. bei 51) gelingt es 1884 auf galvanisierten Abdrücken, befriedigende Porzellaninlays herzustellen.

PREISWERK (54) brennt 1911 auf Platingrundlage Ganzporzellanprothesen. 1914 waren die USA führend in der Herstellung von Porzellanzähnen, die damalige Weltproduktion betrug 120 Millionen Porzellanzähne, 1929 etwa 700 Millionen.

C. PARTSCH (51) beschäftigt sich sowohl mit der Präparationsweise für Porzellaninlays und -kronen als auch mit der Herstellung von Keramikmassen. Er empfiehlt die Präparation wie für Goldgußfüllungen, die Kanten sollen abgeschrägt werden; Abdrücke der Kavitäten nimmt er mit Gold- und Platinfolien. PARTSCH (51) gibt folgende Zusammensetzung der keramischen Massen an: Kaolin, Quarz, Feldspat; der Schmelzpunkt beträgt 1500° C, Quarz erhöht, Feldspat und alkalische Erden senken den Schmelzpunkt auf ungefähr 1070° C. Die verschiedenen Farbnuancen erzielt man durch Zugabe von Metalloxiden.

Bis heute hat sich die Zusammensetzung der Porzellanmassen nicht grundsätzlich geändert; man unterscheidet heute:

Niedrigschmelzende Massen	950 - 1100° C
Mittelschmelzende Massen	1100 - 1200° C
Hochschmelzende Massen	1250 - 1350° C

Die Zusammensetzung einer mittelschmelzenden Keramikmasse ist etwa:	70 - 80 % Feldspat
	0 - 20 % Quarz
	0 - 20 % Borfritte
Hartporzellan besteht aus:	55 % Ton
	22,5 % Quarz
	22,5 % Feldspat
Frittenprozellan aus:	50 % Fritte (Salpeter, NaCl, Alaun, Soda, Marmor, Quarz)
	34 % Kreide
	16 % Kalkmergel

Flussmittel sind Borax, Bleioxid, Kaliumkarbonat, Natriumkarbonat oder Kaliumphosphat.
Als Zusätze kommen organische Substanzen wie Dextrin, Stärke und Zucker in Frage.

C.H. LAND (zit. bei 51) USA brennt 1887 die Porzellanmantelkrone, die sogenannte "Jacket-Krone", die 1925 auch in Deutschland weite Verbreitung findet, nachdem eine deutsche Übersetzung der Herstellungsvorschriften veröffentlicht wurde.

Frittenporzellan wurde in Sèvre gebrannt und war typisch für französisches Porzellan, wie Hartporzellan, das FRIEDRICH BÖTTGER (5) 1710 in Meißen herstellte (64).

1932 bringt SCHRÖDER (zit. bei 51) Porzellanfacetten in den Handel, mit denen sichtbare Kronen leicht verblendet werden können.
Nach dem 2. Weltkrieg werden Metallegierungen entwikkelt, auf denen direkt Porzellan aufgebrannt werden kann.

Die Kunststoffe treten zur gleichen Zeit sowohl als Einzelzähne, als Verblendmassen wie auch als Mantelkrone mit den Porzellanmassen in direkte Konkurrenz. Den Vorteilen der Kunststoffe, leichtere Verarbeitungsweise sowie teilweise bessere mechanische Eigenschaften - so sind Kunststoffe nicht so empfindlich gegen Scher- und Zugkräfte - steht eine immer noch unerreichte Ästhetik der Porzellane gegenüber.

Porzellane sind ein hervorragendes Mittel zur ästhetischen Gestaltung künstlicher Zähne. Durch ihre gute, sehr variable Transparenz und Transluzens sind natürliche Zähne täuschend ähnlich nachzuahmen.

Da sich in der Zusammensetzung der Porzellane grundsätzlich seit Ende des 19. Jahrhunderts nicht viel geändert hat, ist die zeitliche Zuordnung zahnärztlicher Materialien sehr schwer.
Die Änderungen liegen im Detail, so ist die Breite der Zahnfarbe heute sehr groß, man kann die Farbe des künstlichen Zahnes der des natürlichen gut nachempfinden; es werden z.B. künstlich Luftbläschen eingelagert, um die richtige Farbe zu treffen.

Änderten sich früher die Porzellane in ihrer Farbe nach längerem Aufenthalt in der Mundhöhle, so sind heute Porzellane lediglich mechanischer Abnutzung unterworfen.
Sie sind empfindlich auf Zug- und Scherkräfte, man findet abgebrochene Kanten und ausgebrochene Facettierungen. Porzellanverblendungen können im Mund des Patienten nicht repariert werden.

Bis circa 1930 wurden künstliche Zähne in überwiegender Anzahl mit Porzellan verblendet. Der hohe technische Aufwand und die Verbesserung der Kunststoffe ließen es dazu kommen, daß Kunststoffe den grösseren Anteil als Verblendmaterial haben.

Ein weiteres tut der hohe Preis dazu bei, daß Porzellan immer weniger angewendet wird - Porzellaninlays sind praktisch verschwunden; daß es jedoch vollständig als zahnärztliches Material verschwindet, scheint aufgrund seiner Qualitäten unwahrscheinlich.

.5 Kautschuk

Kautschuk wurde in der Zahnmedizin als Basismaterial für Teil- und Totalprothesen ungefähr 100 Jahre angewandt.

1839 entdeckt NELSON GOODYEAR (zit. bei 51) die Vulkanisation des Kautschuks; bereits ein Jahr später führt sein Sohn CHARLES diesen neuen Werkstoff in die Zahnheilkunde ein. Da Kautschuk den damals angewandten gestanzten Metallplatten in Verarbeitbarkeit und vor allem im Preis überlegen war, findet auch in Europa Kautschuk schnell eine breite Anhängerschaft (1).

Durch verschiedene Zusätze kann man Konsistenz und Farbe ändern und dem gewünschten Anwendungszweck anpassen.
PARREIDT (50) beschreibt in seinem "Handbuch der Zahnersatzkunde" 1893 verschiedene Kautschukarten:

Zusammensetzung	Eigenschaften
1. 48 Teile Kautschuk 24 Teile Schwefel	dunkelbraun, fest, kompakt, zäh, gut polierbar, bleichbar
2. wie 1), nicht im Rauch sondern an der Sonne getrocknet	transparent, farblos, strohfarbig
3. 48 Teile Kautschuk 24 Teile Schwefel 36 Teile rotes Eisenoxid	schwarz-rot bis schwarz, nach Bleichen etwas röter
4. 48 Teile Kautschuk 24 Teile S 36 Teile Hg S (Zinnober)	je mehr Hg S, desto röter, kompakt, fest, gut verwendbar
5. 48 Teile Kautschuk 24 Teile S 30 Teile Zn O 10 Teile Hg S	in etwa Zahnfleischfarbe, nicht ganz so gut wie engl. "Pink Rubber"

Mit Zinkoxidzusätzen wird Kautschuk weißer, mit schwarzem gebrannten Elfenbeinpulver schwärzer; Schellack wird zur Farbverbesserung zugegeben.

CARL PARTSCH (51) gibt 1925 in seinem "Handbuch der Zahnheilkunde" bis auf zwei völlig von den von PARREIDT (50) unveränderte Zusammensetzungen an.

1. schwarzer Kautschuk
   48 Teile K
   24 Teile S
   24 Teile gebranntes Elfenbein

2. weißer Kautschuk
   48 Teile K
   24 Teile S
   48 Teile Zn O

In dieser Zeit wurden heftige Widerstände gegen Zinnoberzusätze wegen seines Quecksilbergehaltes laut, denen CHARLES S. TOMES (68) aber entgegentritt.

Nach dem 2. Weltkrieg wird in der Zahnheilkunde Kautschuk durch die Kunststoffe, vor allem Methakrylate, vollkommen verdrängt; sie sind dem Kautschuk, was Herstellungsweise, mechanische Eigenschaften, Ästhetik und angenehme Trageweise angeht, weit überlegen.
Kautschuk unterliegt in der Mundhöhle schnell chemischen und mechanischen Veränderungen. Er verfärbt

sich dunkel bis dunkelbraun, die Elastizität geht größtenteils verloren, es brechen Kanten und Zähne aus.

Kautschuk war ein Übergangsmaterial, das heute in der Zahnheilkunde verschwunden ist.
Es hatte seine Berechtigung in Zeiten, als Metallplatten und Prothesenbasen zu aufwendig waren und Kunststoffe den Forderungen noch nicht standhielten.

2.6 Kunststoffe

Den Übergang vom Kautschuk zu den heute verwendeten Kunststoffen bilden auf Zelluloidbasis hergestellte Produkte "Cellon" und "Cellit", ferner die Azetylzellulosepräparate "Dentolith" und "Hekolith" und die Kondensationsprodukte wie "Walkerit". Diese kamen Anfang des 20. Jahrhunderts auf den Markt, erfüllten jedoch nicht die in sie gestellten Erwartungen; sie zeigten Farbveränderungen und Quellungen (42, 58).
Interessant dürfte es sein, daß bereits in den Jahren 1879 und 1880 Plattenprothesen aus Zelluloid im Preß- und Spritzverfahren hergestellt wurden.

Die Entwicklung der Acrylprodukte beginnt 1901, jedoch werden industriell erst 1927 Acrylate hergestellt (58).

1936 kommen die Methyl-Methacrylate in den USA als "Vernonite", in Deutschland als "Paladon" und "Gingivist" auf den Markt, Splitterpolymerisate, die heiß verpreßt werden.
Nach 1945 wird immer mehr das Naßverfähren (Monomer + Polymer = Polymer) angewendet. Die mikroskopische Struktur der Methacrylate hat sich dahingegen gewandelt, daß das Polymer anfangs als Splitter, später als Kugeln gleichen Durchmessers und heute als verschieden große Kugeln hergestellt wird.

Auch heute werden in sehr hohem Anteil Methacrylate zur Herstellung von Prothesen und Prothesenzähnen verwendet. Zwar fehlt es nicht an Versuchen, andere Kunststoffe als Ersatzmaterial in die Zahnheilkunde einzuführen, doch scheiterte dies bisher an ungenügenden Materialeigenschaften oder teuren Herstellungsverfahren und apparativem Aufwand. Diese Kunststoffe beruhen auf Vinylbasis (Luxene), sind Polyamide, Polyurethane, Polykarbonate und Epoxydharze.

Modifizierte Kunststoffe dieser Art wurden 1950 bis 1955 auf dem Markt eingeführt und der klinischen Erprobung unterzogen.

Seit 1960 experimentierte man mit weichbleibenden Kunststoffen auf Polyvinylchlorid-, Acrylat- und Silikonbasis. Aus physiologischen und medizinischen Gründen bleibt ihre Anwendung auf Prothesenunterfütterungen beschränkt.
Lediglich als Material für Resektionsprothesen und Epithesen leisten die weichbleibenden Kunststoffe heute gute Dienste. Diese Kunststoffe sind unter den Namen "Flexene", "Dura Base", "Justi Treatment Reliner", "Soft Oryl", "Soft Line", "Plialite", "Verno Soft", "Softline" auf dem Markt (19).

Kunststoffzähne werden erst nach 1945 in größerem Maße verbreitet. Bis dahin dominierten die Mineralzähne (49).

Die Nachteile der Kunststoffzähne wie Verfärbung und Quellung durch Wasseraufnahme oder Craquelierung konnten durch verbesserte Herstellung wie Nachverdichtung unter Druck und Veränderung der chemischen Struktur durch Kreuzvernetzung mittels Glykoldimethacrylaten kompensiert werden (15).

Zwar haben die Kunststoffzähne die Mineralzähne noch nicht verdrängt, jedoch wird ihr Anteil durch ihre leichtere Verarbeitungsweise und ständig steigende Qualität immer höher.

Auch als Füllungsmaterialien nehmen Kunststoffe einen immer breiteren Raum ein. Ursprünglich für den sichtbaren Bereich im Frontzahnbereich entwikkelt, werden sie immer mehr auch im Seitenzahnbereich angewendet.
Ihre Vorteile liegen in der guten Verarbeitungsweise, guter Farbgestaltung und der gegenüber Silikatzementen geringeren Pulpentoxizität; die mechanische Belastbarkeit ist besser als bei Silikatzementen, wenn auch nicht so hoch wie z.B. für Amalgame.

Wenn auch große umwälzende Neuerungen für zahnärztliche Materialien in unserer Zeit nicht zu erwarten sind, so brachten doch die Fortschritte in der Entwicklung neuer Kunststoffe "kleine Revolutionen".

Zunächst wurden glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) entwickelt. In den USA wurden 1955 die Kunststoffe "Mer-don" für Füllungen mit kurzen, ungerichteten Glasfasern und "Mystic" mit langen, un-

gerichteten Glasfasern auf den Markt gebracht (21). Sie bestanden aus Polyester- und Epoxidharzen mit Füllstoffen als Zusatz.

Einen wirklich bedeutenden Fortschritt brachten die sogenannten "composite materials".
Darunter versteht man Kunststoffe, die aus organischen Bindemitteln und anorganischen Füllstoffen bestehen. Als organische Bindemittel haben sich Stoffe auf Acrylat-Basis und solche nach der Bowen-Formel als die geeignetsten herauskristallisiert. Kunststoffe nach der Bowen-Formel sind Produkte aus Epoxidverbindungen und Acrylsäure. Als Füller werden Glasperlen, Glasstäbchen, Silikate, Phosphate und synthetische Materialien gebraucht.

Als eines der ersten Materialien dieser Herkunft wurde es in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt und Anfang der 70er Jahre das Komposit Material "Addent" angeboten (61).
Mit Hilfe dieser Werkstoffe können sowohl sehr gute Füllungen gelegt, als auch größere Defekte im Frontzahnbereich - z.B. bei Kronenfrakturen - ersetzt werden. Durch hohe Kantenfestigkeit und feste Verbindung mit Dentin und Schmelz kann vielmals Beschleifen der Zähne und ihre Überkronung vermieden und eine Aufbaufüllung ohne Beschleifen

und somit Opfern von Zahnsubstanz angewandt werden.
Nach vielfältigen kritischen Überprüfungen und klinischer Anwendung kann heute gesagt werden, daß Kompositmaterialien wertvolle Helfer für Patient und Zahnarzt sind.
Auf dem Gebiet der Kunststofforschung sind wohl zur Zeit die größten Fortschritte zu erwarten.
Überhaupt haben die Kunststoffe eine rasante Entwicklungszeit durchgemacht. Waren die ersten Kunststoffe wegen ungenauer Paßform, Farb- und Volumenveränderungen nur sehr bedingt brauchbar, so wurden sie bis heute zu dem Mittel der Wahl entwickelt, wenn Vollprothesen oder Teilprothesen - in Verbindung mit Gußgerüsten - hergestellt werden sollen.
Kunststoffe bieten heute Form- und Farbkonstanz, die nur wenige Wünsche offen lassen.
Sie entsprechen weitgehend den Forderungen, zeigen jedoch im Gegensatz zu Mineralzähnen Abrasionen.
Kunststoffüllungen werden im Mund Veränderungen unterworfen. Die Farbe weicht dann von der des Zahnes ab, Ränder werden ausgewaschen oder brechen aus.

Für den Gerichtsarzt ist es relativ leicht, Kunststoffe und Kunststoffüllungen zu diagnostizieren, doch ist die zeitliche Zuordnung aufgrund der stürmischen Entwicklung und der Vielfalt der angebotenen Produkte schwierig.

2.7 Zemente

Zemente werden in der Zahnheilkunde als definitives und provisorisches Füllungsmaterial, für Unterfüllungen und Aufbaufüllungen unter Kronenersatz und zum Festsetzen von Metallarbeiten verwandt.
Die Vorläufer der Zemente im 18. Jahrhundert waren, wie HIRSCH (29) angibt, aus Terpentin, Kalk und Leinölfirnis angefertigt. Als Erfinder des Zahnzements gilt nach GEIST-JACOBI (18) der Franzose SORELL; sein SORELL-Kitt, den er im Jahre 1856 erfindet, setzt sich aus Zinkoxid und Zinkchlorid zusammen.

Parallel nebeneinander wurden bis heute verschiedene Zemente entwickelt und angewandt:

1. Zinkoxidchloridzemente
   1858 geben SÜERSEN (zit. bei 52) und SCHMIDT (zit. bei 52) einen ähnlichen Zement wie

SORELL (zit. bei 18) an; sie nennen ihn "Pariser Zahnkitt", er enthält zusätzlich zu Zinkoxid und Zinkchlorid Glaspulver und Medikamente.
FEICHTIGERs (zit. bei 52) 1860 hergestellter Zement besteht aus 1 Teil Glas, 3 Teilen Zinkoxid; die Flüssigkeit aus 1 Teil Borax, 50 Teilen konzentrierter Zinkchloridlösung.
1872 entdeckt man, daß bei Anwendung von Zementen über offener Pulpa diese nekrotisiert. Zemente auf dieser Basis werden heute nicht mehr benutzt.

2. Zinkoxidsulfatzemente
1874 mischt FLETCHER (zit. bei 52) ausgeglühtes Zinksulfat mit einer fünffachen Menge Zn O, fügt Wasser hinzu und verwendet es als Inlay-Befestigung. Später gibt er als Flüssigkeit Wasser, Gummiarabicum und Alkohol an.
Auch GYSI (23) hat 1894 einen Sulfatzement hergestellt. Er besteht aus Zinksulfat und Wasser im Verhältnis 1 : 3 plus Zinkoxid.
FLETCHERs Zement findet heute noch als provisorisches Füllungsmaterial Verwendung.

3. Zinkoxidphosphatzemente
1877/78 publizieren in Paris die Brüder ROSTAGNI DI ROSTAGNO (zit. bei 51) ihr "Dentiagène" aus

Zn O, $Fe_2 O_3$ und Phosphorsäure.
In Deutschland gibt SAUER (56) im gleichen Jahr einen ähnlichen Zement an.
1879 kommen zwei neue Phosphatzemente von FLETCHER (zit. bei 52) und WESTON (zit. bei 51) auf den Markt; FLETCHERs Zement besteht aus basischem Zinkoxid als Pulver, Phosphorsäure mit Aluminiumphosphat als Flüssigkeit. WESTON (zit. bei 51) nimmt 80 % basisches Zn O, 20 % P-Säure mit Aluminium- und Siliziumphosphaten, sein Zement war als Unterfüllungsmaterial gut geeignet, FLETCHERs nur als Provisorium zu verwenden.
RICHTERs (zit. bei 52) 1892 erstmals erwähnter "Harvard-Zement" wird heute noch oft wegen seiner hohen Klebekraft als Material zum Festsetzen von zahnärztlichen Metallarbeiten benutzt.

1936 entwickelt SCHÖNBECK (58) Gitterzemente. Heute setzen sich Zinkphosphatzemente im wesentlichen wie folgt zusammen:

a) Pulver: Geglühtes karbonatfreies Zn O
b) Flüssigkeit: Orthophosphorsäure
c) Zusätze: Silizium, Aluminium, Wismut, Magnesiumoxide
d) Farbstoffe für braun, grau und gelb dienen Metalloxide, Erdfarben, Braunstein und Ocker (52).

Die gebräuchlichsten prozentualen Zusammensetzungen von Pulver undFlüssigkeit sind:

a) Pulver:	Zn O	74,9 - 100	%
	Mg O	0 - 13,0	%
	Si O_2	0 - 4,9	%
	Al O_3	0 - 2,6	%
	Al_2O_3	0 - 4,5	%

Zusätze von Ca O, Cu O, Ba Cr O_4, Ba SO_4, Ca F_2, Ba O, B_2, O3

b) Flüssigkeit:	PO_4	53 - 67	%
	Al	1,8 - 3,2	%
	Zn	0 - 10,3	%
	Mn	0 - 41,6	% (70)

Zinkoxidphosphatzemente dienen heute als Unterfüllungen, Aufbauten tief zerstörter Zähne unter Kronen, provisorische Verschlüsse von Kavitäten, Frontzahnfüllungen bei jugendlichen Zähnen, als Wurzelfüllmaterial und zum Festsetzen von Metallarbeiten.

4. Kupferoxidphosphatzemente

1891 erfand AMES (zit. bei 52) in Chikago diesen Zement aus Kupferoxid, Zinkoxid und Phosphorsäure. Die Kupferzemente sollten bakteriostati-

sche Wirkung haben, was von MILLER (zit. bei 47) auch bestätigt wurde. Sie konnten sich dennoch nicht durchsetzen, was daran lag, daß sie sich häßlich schwarz verfärbten und nicht mundbeständig waren (52).

5. Silikatzemente

1879 bringt FLETCHER (zit. bei 52) einen Zement heraus, den er "FLETCHER's artificial dentine" nennt. Die Zusammensetzung ist Aluminiumoxid, Phosphorsäure und verschiedene Metalloxide. Dieser Zement war schwer zu verarbeiten und kosmetisch nicht befriedigend. Um die Jahrhundertwende kamen viele Silikatzemente auf den Markt, die aber bald wieder verschwanden. Erst STEENBOCKs (zit. bei 52) und ASCHERs (zit. bei 52) Zement von 1902, ASCHERs künstlicher Zahnschmelz", war ein guter Erfolg. Er setzte sich zusammen aus Pulver: Aluminium, Kalzium, Kieselsäure, Phosphaten, Flußmittel und Farben und Phosphorsäure als Flüssigkeit.

Die Firma DE TREY propagiert 1909 ihren "Syntetic Porzellan Zement", ein Silikatzement gleichmäßiger Beschaffenheit.

Die heutigen Silikatzemente haben praktisch die gleiche Zusammensetzung wie "ASCHERs künstlicher Zahnschmelz" von 1902, haben aber auch den Hauptnachteil der Silikatzemente behalten: Die Pulpenschädlichkeit. Sie wurde 1905 entdeckt und konnte trotz vieler Versuche bis heute nicht beseitigt werden, Kontraindiziert ist es daher, Silikatzementfüllungen ohne Unterfüllung oder im jugendlichen Gebiß zu legen. Der Vorteil dieser Zemente liegt in ihrer sehr guten ästhetischen Wirkung; da Farbnuancen der Zähne gut imitiert werden können, werden sie viel als Material für Frontzahnfüllungen verwendet.

6. Zement-Amalgam-Kombination

Zement-Amalgam-Kombinationen konnten sich nie recht durchsetzen. RYMER (zit. bei 52), 1863, war der erste, der seine "Kombinierte Füllung" in London vorstellte. Er verwandte ein Teil Amalgam, zwei Teile Zement und verarbeitete beides zu einer steifen Paste, die zwei Stunden Erhärtungszeit benötigte (!).

MEHL (zit. bei 52) in Hamburg (1886) und SACHS (zit. bei 51) in Breslau (1889) waren Fürsprecher dieser Füllungsmethode, BALLDWIN (zit.

bei 52) (England) lehnt sie wegen Auswaschung des Zementes und darausfolgender Porösität ab. Eine neue doublierte Methode zum Legen dieses Füllmaterials gaben 1888 BRISCOLL (zit. bei 52) (USA) und 1892 ROBICZECK (zit. bei 52) (Deutschland) an; diese Methode wird heute z. B. zum Einbringen von Silikatzementen benutzt.

7. Phosphor-Säure-Zemente

Es werden ständig Versuche angestellt, pulpenschonende Zemente zu entwickeln. So ein Präparat von DE TREY (1968), das ist eine Verbindung von Zinkoxid und Karboxylsäure, die die Phosphorsäure der üblichen Zemente ersetzen soll (zit. bei 52).

1969 kamen aus den USA neue Befestigungszemente unter der Bezeichnung EBA-Zemente. Das Pulver besteht aus:

74 % Zn O
6 % Kolophonium
20 % Quarz

Ebenfalls aus den USA stammt ein zahnärztlicher Zement aus Zn O und Polyacrylsäure (Zement-Kunststoff-Kombination!).

"Durelon" ist ein Karboxylat-Zement ohne Phosphorsäure; er wird in Deutschland seit einigen Jahren häufig für prothetische Arbeiten und zum Einsetzen kieferorthopädischer festsitzender Apparaturen benutzt (10, 34).

Alle Zemente verändern sich in der Mundhöhle bald, wenn sie nicht von anderen Füllungsmaterialien abgedeckt sind.

Dies ist bei provisorischen Füllungen und bei Silikatzementfüllungen der Fall. Silikatzementfüllungen verfärben sich dunkler, es kommt zu Randablösungen und ungenauen Übergängen zwischen Füllung und Zahnsubstanz.

Provisorische Füllungen unterliegen diesen Prozessen noch wesentlich schneller, schon nach wenigen Wochen brechen Teile aus oder werden ausgewaschen.

Als Unterfüllungsmaterialien und Füllsubstanzen bei Einsetzen von Gußfüllungen und festsitzenden prothetischen Arbeiten sind Zemente heute immer noch unentbehrlich.

3.0 TABELLEN UND SCHAUBILDER

Tabellen:

Die zeitliche und räumliche Zuordnung der wichtigsten Materialien ist in den Tabellen zusammengefaßt. Die Anwendung der Materialien bezieht sich im Rahmen dieser Arbeit auf die Zahnheilkunde.

Die Längsspalte "Ursprungsland" bezeichnet das Land, in dem das Material gefunden und vorgestellt wurde. In der Regel wurde es dort auch in der Zahnheilkunde erstmals angewandt.

Die letzte Längsspalte "das Material wurde verarbeitet bis:" gibt den Zeitpunkt an, bis zu dem eine erwähnenswerte Verbreitung und Anwendung der einzelnen Materialien gefunden wurde. Es ist selbstverständlich bei vielen Materialien nicht auszuschließen, daß sie vereinzelt auch heute noch Anwendung finden. Dies gilt besonders für solche Materialien, die nicht nur von der Dentalindustrie angeboten werden, sondern ohne großen technischen Aufwand hergestellt werden können, z.B. Amalgame.

Schaubilder:

Die Schaubilder geben einen groben Überblick über die größte zeitliche Verbreitung. Steigende Kurve bedeu-

tet größere Verbreitung, fallende Kurve geringere. Anhand der Kurven ist auch die Tendenz der Verbreitung der einzelnen Materialien abzulesen. Nähert sich die Kurve der Grundebene, so ist mit einem Abnehmen der Verbreitung des Materials auch weiterhin zu rechnen, steigt die Kurve auch nach dem Zeitpunkt "1975", so ist auch die Tendenz steigend.

Art oder Herstellungsweise der Legierung	Ursprungsland	erste Veröffentlichung oder Anwendung	Hauptverbreitungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verarbeitet bis:
gezogenes oder gestanztes Gold	Frankreich Italien	15. Jahrhundert	West-Europa	Ende des 19. bis Anfang des 20. Jahrhunderts	ca. 1940
gehämmertes Gold	USA	1855	West-Europa USA	Anfang des 20. Jahrhunderts	in geringem Umfang bis heute
Goldgußverfahren	Deutschland	Anfang des 20. Jahrhunderts	Industrienationen	heute	heute
"Spargolde"		1907	Industrienationen	in Krisenzeiten, besonders vor den Weltkriegen	heute

Tabelle 3.0 - 1: Gold und Goldlegierungen

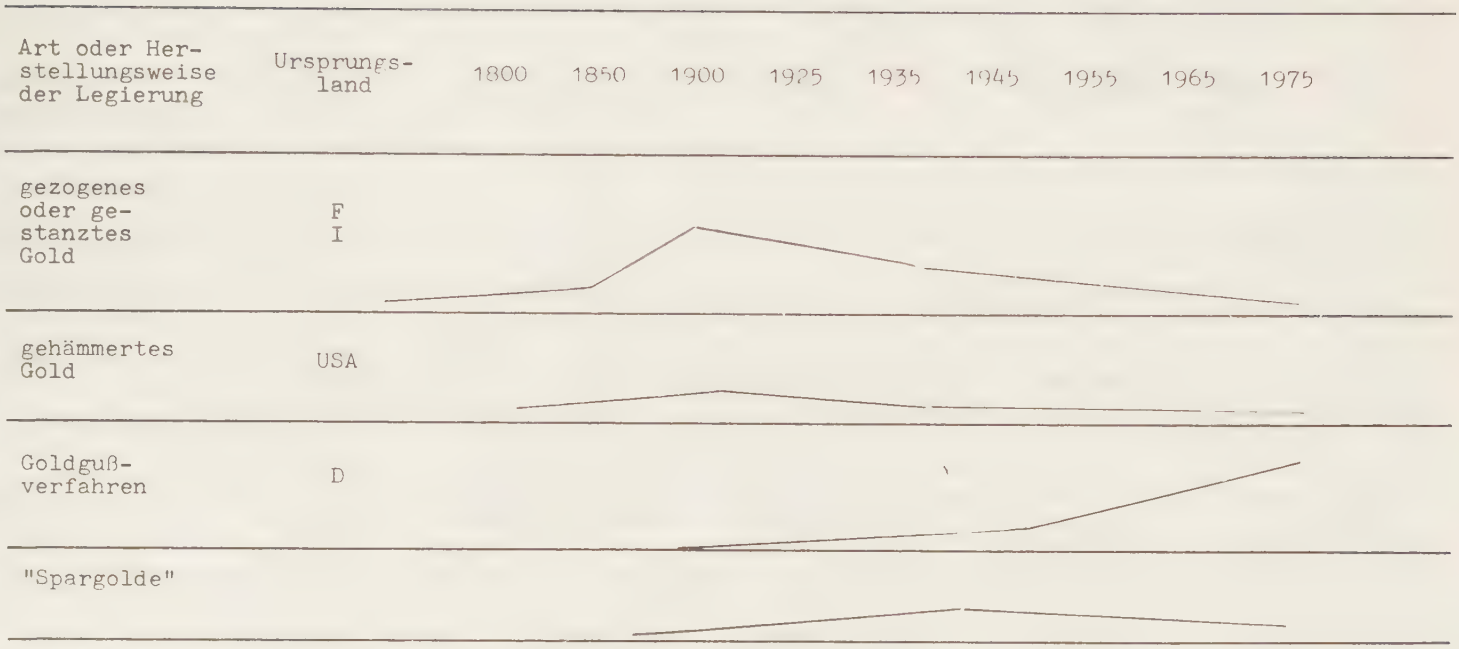

Abb. 3.0 - 1: Gold und Goldlegierungen, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
Kupfer-Amalgame	England	16. Jahrhundert	weltweit	um 1900	heute, aber nur noch sporadisch
Silber-Amalgame	Frankreich Deutschland England	1819	weltweit	heute	heute
Bleizusätze im Amalgam			Europa	ca. 1800	Mitte des 19. Jahr-hunderts
Spezifizierte Amalgame	USA West-Europa	ca. 1930	USA Europa	heute	heute

Tabelle 3.0 - 2: Amalgame

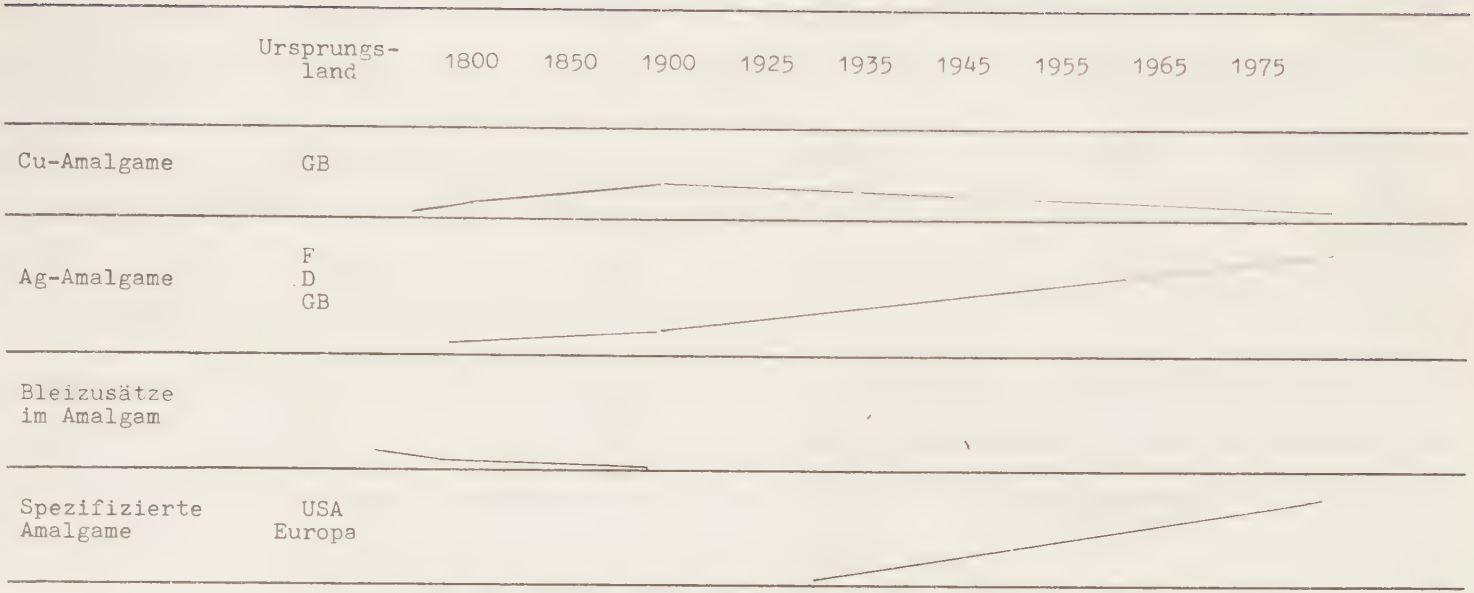

Abb. 3.0 - 2: Amalgame, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
Aluminium-legierungen	Frankreich	1858	Europa	Anfang des 19. Jahrhunderts	ca. 1940
geprägter Stahl	Deutschland	1919	Europa USA	ca. 1930	ca. 1935
18/8 Stahl	Deutschland	1923	Europa USA	1945-1960	ca. 1965
gegossener Stahl	Deutschland	1909/ 1926	weltweit	1960	1965 heute noch sporadisch
eisenfreie Gußlegierungen	USA	ca. 1940	weltweit	heute~	heute

Tabelle 3.0 - 3: Stähle, Edelstähle, unedle Metalle

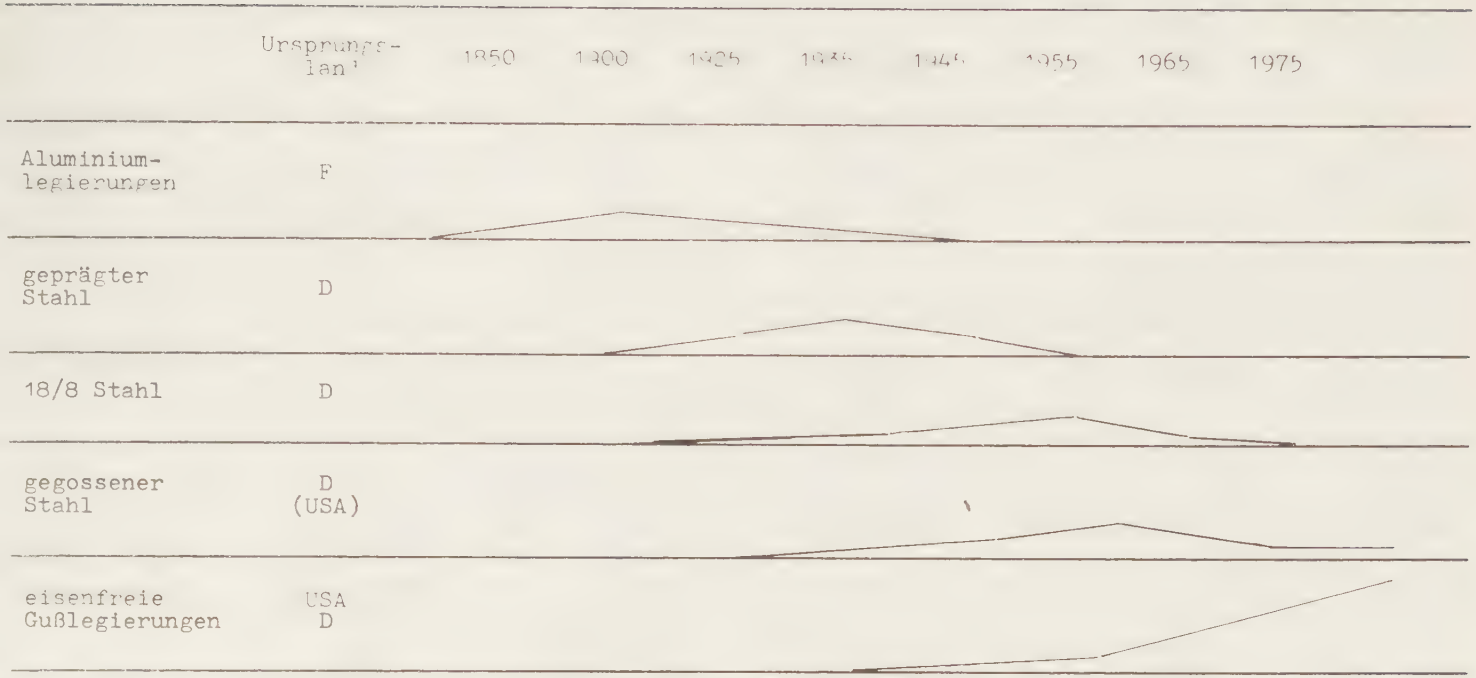

Abb. 3.0 - 3: Stähle, Edelstähle, unedle Metalle, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
Emaillierung	Frankreich	1746	Frankreich	Mitte des 18. Jahrhundert	Anfang des 19. Jahrhunderts
Weichporzellan	Frankreich	1776	Frankreich England	Anfang des 19. Jahrhunderts	Mitte des 19. Jahrhunderts
Hartporzellan	Frankreich	Ende des 18. Jahrhunderts	Frankreich	Anfang des 19. Jahrhunderts	Mitte des 19. Jahrhunderts
industrielle Fertigung von Porzellanzähnen	Frankreich	1825	USA, später auch Europa	ca. 1950-1960	heute
Porzellaninlays	USA	Mitte des 19. Jahrhunderts	USA	Anfang des 20. Jahrhunderts	selten noch heute
Ganzporzellan-prothesen	Deutschland	1911	Deutschland aber selten	ca. 1920	ca. 1925
Porzellanmantel-krone (Jacketkrone)	USA	1887	USA nach 1925 auch Europa	ca. 1950-1960	heute
Porzellan-facetten	Deutschland	1932	Europa USA	ca. 1950-1955	selten noch heute
Aufbrenn-Keramik	USA Deutschland	nach 1945	Industrie-nationen	heute	heute

abelle 3.0 - 4: Keramische Massen

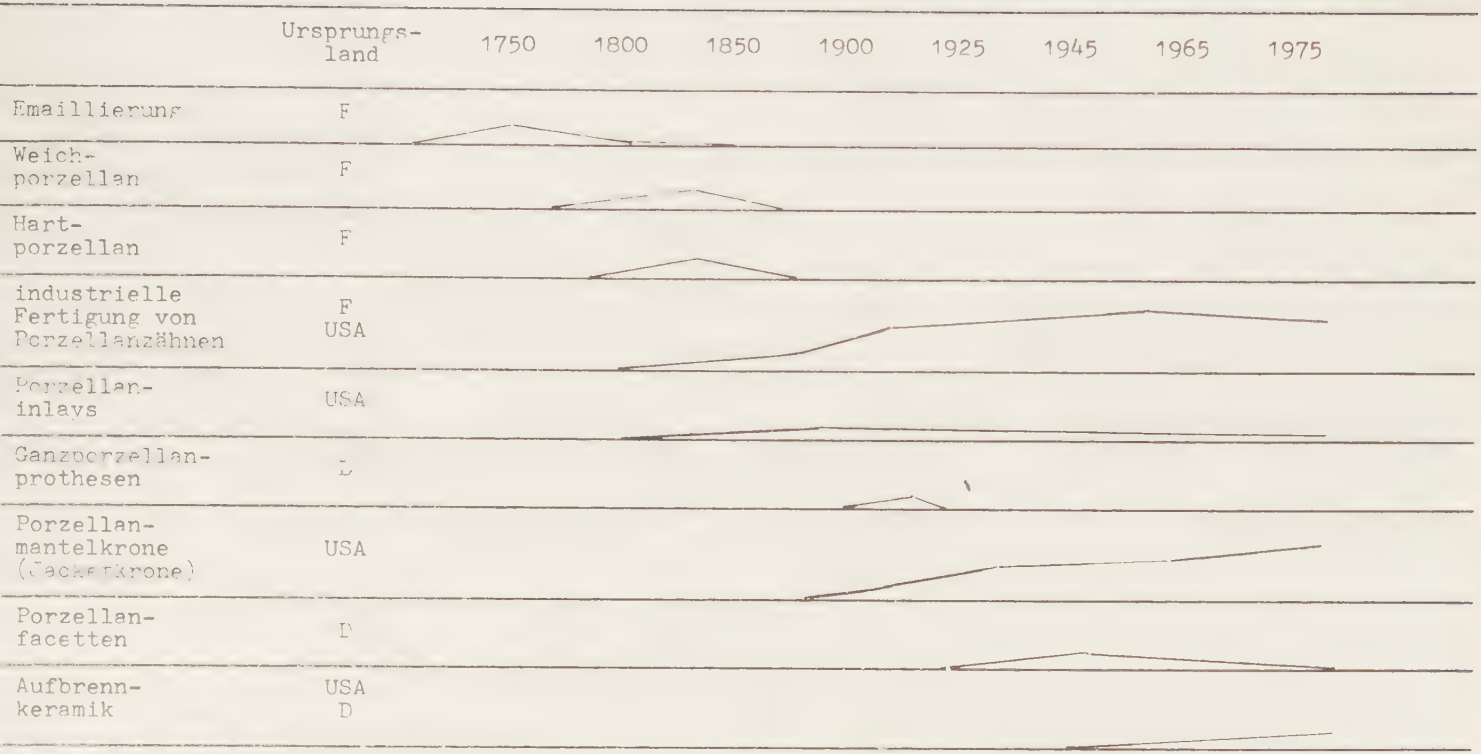

Abb. 3.0 - 4: Keramische Massen, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
	USA	1851	weltweit	ca. 1950-1955	ca. 1960

Tabelle 3.0 - 5: Kautschuk

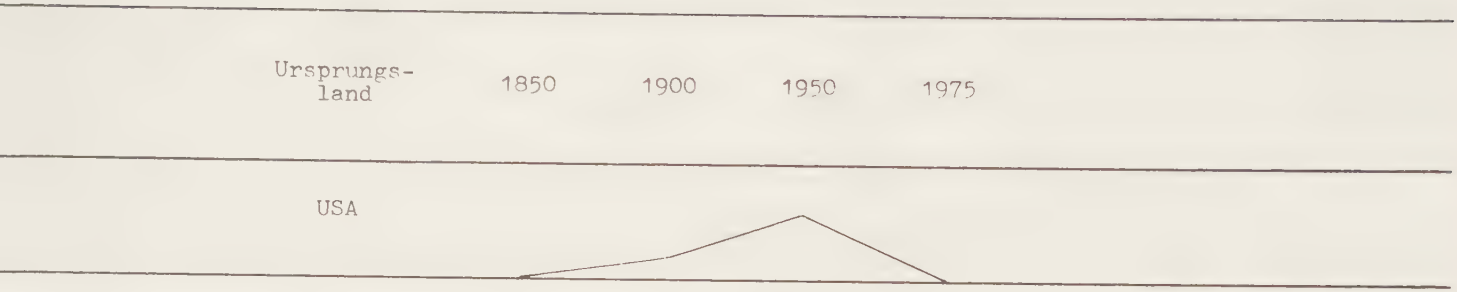

Abb. 3.0 - 5: Kautschuk, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
Zelluloid	USA	1879			1880
Azethyl-zellulose	Deutschland	Anfang des 20. Jahrhunderts	Deutschland	ca. 1925	ca. 1935
Acrylate	Deutschland	1901	Europa	1925-1935	1940
Methyl-methacrylate	USA Deutschland	1936	weltweit	heute	heute
Polyamide	USA	ca. 1950	USA	ca. 1955	1960
Vinyl-basis	USA	ca. 1960	USA West-Europa	heute	heute
Polykarbonate	USA Deutschland	ca. 1960	USA West-Europa	heute	heute
Silikone	USA	ca. 1965	Industrie-nationen	heute	heute
Komposit-materialien	USA	ca. 1965	Industrie-nationen	heute	heute

Tabelle 3.0 - 6: Kunststoff

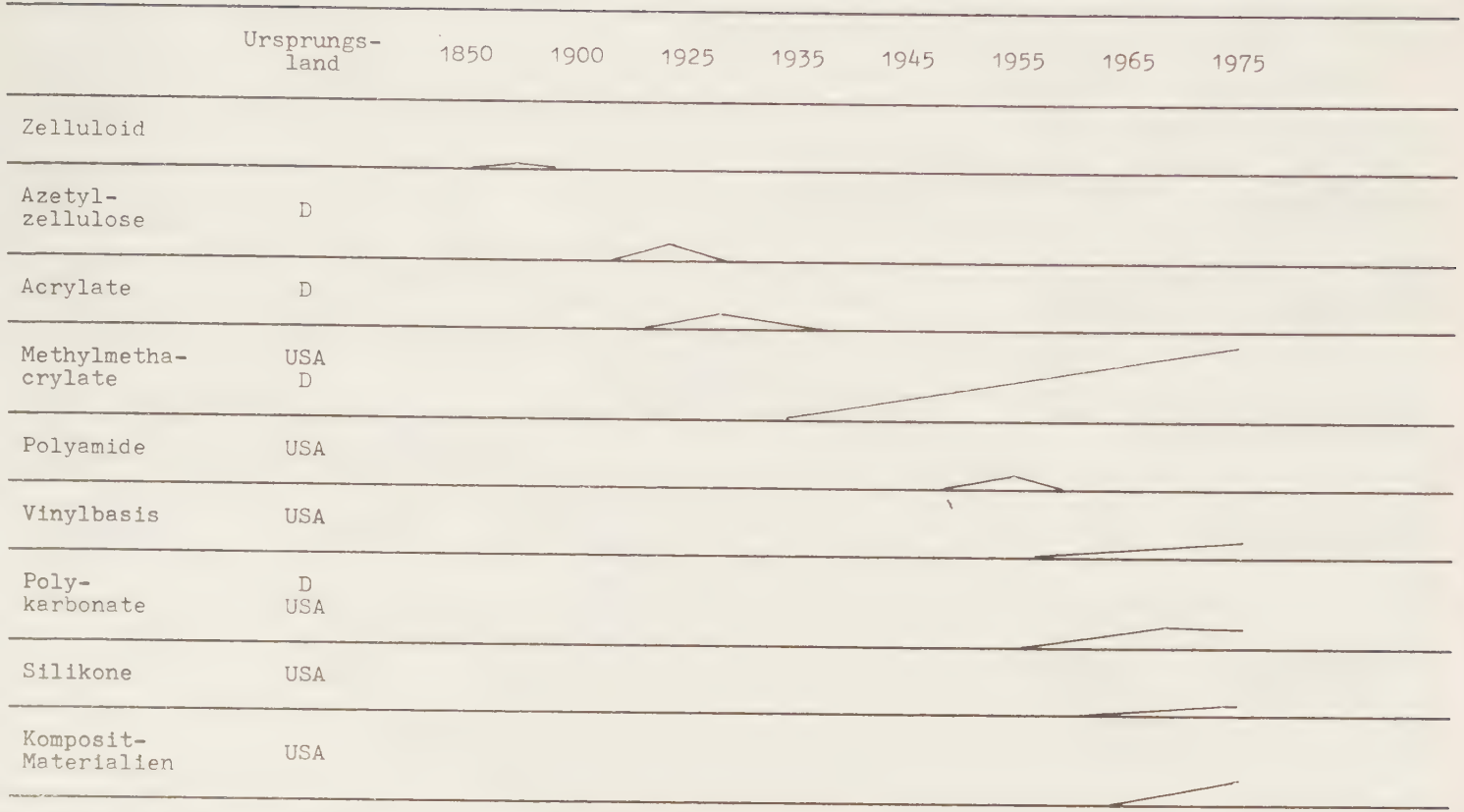

Abb. 3.0 - 6: Kunststoff, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

	Ursprungs-land	erste Veröffent-lichung oder Anwendung	Hauptverbrei-tungsgebiet	Zeitraum der größten Verbreitung	das Material wurde verar-beitet bis:
Zinkoxid und Zinkchlorid-Zement	Frankreich	1856	Frankreich	ca. 1875	Anfang des 20. Jahrhunderts
Zinkoxidsul-fat-Zement	England	1874	Europa	heute	heute
Kupferoxid-Zement	USA	1891	USA	um 1900	Anfang des 20. Jahrhunderts
Silikat-Zement	USA	1879	weltweit	ca. 1960	heute, Tendenz rückläufig
phosphatfreie Zemente	USA	ca. 1965	USA	heute	heute

Tabelle 3.0 - 7: Zemente

	Ursprungs-land	1850	1900	1925	1945	1975
Zinkoxid- u. Zinkchlorid-Zement	F					
Zinksulfat-zement	GB USA F/D					
Kupferoxid-zement	USA					
Silikat-zement	USA					
phosphatfreie Zemente	USA					

Abb. 3.0 - 7: Zemente, Ursprungsland und zeitliche Verbreitung

4.0 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit gibt einen geschichtlichen Überblick über die zeit- und ortbezogene Entwicklung zahnärztlicher Materialien.

Bis etwa 1850 sind die Angaben allgemeiner gehalten und die Entwicklungsstufen in größeren Schritten dargelegt.
In neuerer Zeit, etwa ab der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts bis etwa 1970, ist versucht worden, die Entwicklungsabschnitte detaillierter darzustellen. Dies betrifft wichtige und umwälzende Erfindungen, aber auch unbedeutendere, teilweise heute ungebräuchliche Materialien.
Wichtige Materialgruppen sind, soweit es möglich war, in ihrer Zusammensetzung aufgeführt worden.

Neben der geschichtlichen Darstellung sollen insbesondere die Tabellen und Schaubilder einen schnellen Überblick zur zeitlichen und räumlichen Verbreitung der Dentalwerkstoffe geben.

Diese Orientierung benötigt der gerichtsmedizinische Arzt bei Fragestellungen zur Identität unbekannter Leichen.

Wenngleich die Trennschärfte aufgrund der Materialanalyse nur sehr grob ist, kann in einigen Fällen wenigstens ein Hinweis und damit ein Anstoß zur Identifizierung gegeben werden.

LITERATURVERZEICHNIS

1. AICHINGER, G.:
Die Entwicklung von nichtrostendem Stahl durch Friedrich Hauptmeyer.
Med. Diss., Köln, 1968

2. ASGAR, K., B.O. TSCHECHOW u. J.M. JAKOBSON:
Eine neue Legierung für Modellgußverfahren
Die Quintessenz 21, 67, 1970

3. BLACK, G.V.:
Konservierende Zahnheilkunde
Verlag von Hermann Meusser
London, 1914

4. BOCK, J.:
Die historische Entwicklung der Stiftzähne, Kronen und Brückenarbeiten
Georg Thieme-Verlag
Leipzig, 1922

5. BÖTTGER, F.:
Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik
Joh. Ambr. Barth-Verlag
Leipzig, 1961

6. BOHNE, G., H. EULER, R. VENTER:
Forensische Zahnheilkunde
Ambr. Barth-Verlag
München, 1962

7. BRENSTEDT, A.:
Zahnärztliche Keramik
VEB-Verlag Volk und Gesundheit
Berlin, 1968

8. DEGUSSA:
Persönliche Mitteilungen der Firma DEGUSSA
Frankfurt/M., 1973

9. DRUM, W.:
Metallkronen
Zahnärztl. Rundsch. 56, 150, 1947

10. DRUM, W.:
Neue Befestigungszemente
Die Quintessenz 20, 77, 1969

11. DRUM, W.:
3 M Addent - Ein Kunststoffüllmaterial für
Kavitäten der Klasse III und IV
Die Quintessenz 17, 47, 1966

12. EULER, H.:
Mitarbeit des Zahnarztes im Erkennungsdienst
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 10, 1760, 1955

13. EULER, H.:
Zahnärztliche Mitarbeit in der Kriminalistik
Norsk Tamlaegeforen Tid., 47, 303, 1937

14. FENCHEL, A.:
Metallkunde.
Ein Lehr- und Handbuch für Zahnärzte
Verlag von Boyssen und Maasch
Hamburg, 1911

15. FUHR, K.:
Zur Präparationstechnik in der Kronen- und
Brückenprothetik
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 21, 911, 1966

16. GAAR, F.:
Geschichte der Zahnheilkunde
Verlag von Hermann Meusser
Berlin, 1932

17. GAIDA, A.:
Gold als Material in der Zahnheilkunde
Med. Diss., Köln, 1968

18. GEIST-JACOBI, G.P.:
Geschichte der Zahnheilkunde
Verlag Franz Pietzcker
Tübingen, 1896

19. GRANT, W.F.D.:
Klinische Beobachtungen über die Zahl von Frakturen bei Acryl- und Vinyl-Copolyner-Prothesen
Die Quintessenz 12, 47, 1961

20. GREVE, H.-Ch.:
Vom Zahnheilkundehandwerk zur Zahnheilkunde
Verlag Urban u. Schwarzenberg
München, 1952

21. GRÖTSCH, G.:
Glasfaserverstärkte Kunststoffe
Die Quintessenz 16, 47, 1965

22. GUTOWSKI:
Porzellan und Kunststoff in der Kronenprothetik
Dtsch. Zahnärztebl. 17, 466, 1963

23. GYSI, A.:
Beitrag zum Artikulationsproblem
Verlag August Hirschfeld
Berlin, 1908

24. HAEFELI, M.:
Aufbau und Eigenschaften von Dentalkunststoffen
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkde. 10, 779, 1948

25. HAEMES, H.G.:
Cobalt-Chrom-Legierungen
Dental-Labor 12, 113, 1964

26. HALBACH, H.:
Stahl und Kobalt-Chrom-Legierungen
Dental-Labor 9, 3, 1961

27. HATTEMER, W.N.:
Ist auf dem Gebiet der in der Zahnheilkunde verwendeten plastischen nichtmetallischen Füllungsmaterialien in den letzten Jahren ein Fortschritt zu verzeichnen?
Med. Diss., Mainz, 1956

28. HAUPTMEYER, F.:
Über die Verwendung von nichtrostendem Stahl in der Zahnheilkunde
Dtsch. Mschr. f. Zahnheilkde. 39, 129, 1920

29. HIRSCH, A.:
Geschichte der medizinischen Wissenschaften in Deutschland
Georg Ohms, Hildesheim 1966, Nachdruck der Ausgabe München und Leipzig 1893

30. HOFFMANN-AXTHELM, W.:
Geschichte der Zahnheilkunde
Verlag "Die Quintessenz"
Berlin, 1973

31. HOFFMANN, K., R. HOFFMANN:
Geklebte Füllungen
Die Quintessenz 21, 47, 1970

32. JANZEN, J.:
Eine neue, titanhaltige Kobalt-Chrom-Legierung
für die Zahnheilkunde
Die Quintessenz 21, 63, 1970

33. KETTERL, W.:
Die Silikatzementfüllung
Karies und Füllungsmethoden
Schriften zur Praxis des Zahnarztes, Bd. 4
Werk-Verlag Dr. E. Banaschewski
München, 1964

34. KLÖTZER, TRONSTAD, DOWDEN, LANGELAND:
Polycarboxylatzemente im physikalischen und
biologischen Test
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 25, 817, 1970

35. KROPP, R.:
Gamma - 2 freies Amalgam - ein neuer Werkstoff
für die Zahnheilkunde
Die Quintessenz 27, 51, 1976

36. LAFORGUE:
Die Zahnarzneikunst in ihrem ganzen Umfang
3. Teil, Übersetzung von C.F. Angermann
zit. aus Nr. 30

37. LINDERER, J.:
Die Zahnheilkunde
Verlag von J.J. Palm u. E. ENKE
Erlangen, 1851

38. LIPPOLD, G.F.W.:
Über einige zum Ausfüllen der Zähne verwendete Materialien
Der Zahnarzt 14, 113, 1859

39. LOEBISCH:
Moderne zahnärztliche Werkstoffe
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 4, 849, 1949

40. MARX, H.:
Werkstoffkundliche Gesichtspunkte zum abnehmbaren Zahnersatz
In: Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 3
Verlag Urban u. Schwarzenberg
München, 1969, 1973

41. MARXKORS, R.:
Der Kronenersatz
In: Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 3
Verlag Urban u. Schwarzenberg
München, 1969, 1973

42. MATHE, L.G.:
Kunststoffe bei Kronen und Brücken
Verlag Urban u. Schwarzenberg
München, 1954

43. MATTHEWS, E.:
Über metallische Prothesenwerkstoffe
Die Quintessenz 3, 8, 1952

44. Mc LEAN, J.W.:
Kompositionsfüllstoffe für Frontzahnfüllungen
Die Quintessenz 20, 465, 1969

45. MEYER-STEINEGG, Th. u. K. SUDHOFF:
Illustrierte Geschichte der Medizin
Gustav Fischer-Verlag
Jena, 1922

46. MILLER, W.D.:
Antiseptische Wirkung des Kupferamalgams
Zä. Wbl. 2, 48, 1889

47. MILLER, W.D.:
Miller's Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, Bd. XI
Thieme-Verlag
Leipzig, 1908

48. MISCH, J.:
Fortschritte in der Zahnheilkunde
Thieme-Verlag
Leipzig, 1925-1933

49. NOLDEN, R.:
Klinische Erfahrungen mit der Ätz-Technik bei Composite-Aufbaufüllungen
Die Quintessenz 26, 29, 1975

50. PARREIDT, J.:
Handbuch der Zahnersatzkunde
A. Felix-Verlag
Leipzig, 1893

51. PARTSCH, C.:
Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. I-IV
Bergmann-Verlag
München, 1925-1929

52. PAUL, K.:
Die Entwicklung von Amalgam und Zement als
Zahnfüllungsmaterialien bis zum Beginn des
20. Jahrhunderts
Med. Diss., Köln, 1968

53. PFAFF, Ph.:
Abhandlung von don Zähnen
Hande u. Speuer
Berlin, 1756

54. PREISWERK, G.:
Lehrbuch und Atlas der zahnärztlichen Technik
I.F. Lehmanns-Verlag
München, 1911

55. RING, A.:
Die Kunststoffüllung
In: Karies und Füllungsmethoden
Schriften zur Praxis des Zahnarztes, Bd. 4
Werk-Verlag Dr. E. Banaschewski
München, 1964

56. SAUER, K.:
Die Roestaig'sche Cementprobe
Dtsch. Vjschr. Zahnk., 20-24, 1887

57. SCHOENBECK, F.:
Chemie und Physik als Hilfswissenschaften
in der zahnärztlichen Technik
Eigenverlag Dyk
Leipzig, 1910

58. SCHOENBECK, F.:
Zahnärztliche Werkstoffkunde
Verlag der Dyk'schen Buchhandlung
Leipzig, 1942

59. SCHOENBECK, F.:
Die Elektrotechnik in der Zahnheilkunde
Eigenverlag
Leipzig, 1912

60. SCHRÖDER, A.:
Die Verblendkrone
Schweiz. Mschr. f. Zahnheilkde. 70, 795, 1960

61. SCOTT, W.R.:
Klinische Anwendung eines neuen Kunststoffes
als Füllungsmaterial (Addent)
Die Quintessenz 20, 45, 1969

62. SELBACH, F.W.:
Geschichte, Theorie und Praxis naßverarbeitender Kunststoffe
Dtsch. zä. Zschr. 3, 679, 1948

63. SMITH, D.C.:
Ein neuer zahnärztlicher Zement
Die Quintessenz 20, 563, 1969

64. STEINBERG u. SCHMITZ:
Grundriß der Dentalkeramik
Verlag neuer Merkur GmbH.
München, 1968

65. STERNER-RAINER, L.:
Edelmetallegierungen und Amalgame in der Zahnheilkunde
Hermann Meusser-Verlag
Berlin, 1930

66. STÖMGREN, H.L.:
Die Zahnheilkunde im 19. Jahrhundert
Verlag Levin u. Munksgaard
Kopenhagen, 1945

67. SUDHOFF, K.:
Geschichte der Zahnheilkunde
Joh. Ambr. Barth-Verlag
Leipzig, 1921

68. TOMES, J.:
Ein System der Zahnheilkunde
A. Förstner'sche Buchhandlung (A. Felix)
Leipzig, 1861

69. VOGEL-GEHRIG:
Identifizierung unbekannter Toter unter Berücksichtigung der Zahn-, Mund- und Kieferverhältnisse

70. WEIKART, P.:
Werkstoffkunde für Zahnärzte
Carl Hanser-Verlag
München, 1966

71. WESSLER, J.:
Eigene Untersuchungen über Amalgame
Dtsch. Mschr. Zahnheilkde. 5, 41, 1887

72. WITZEL, A.:
Das Füllen der Zähne mit Amalgam
Berlinische Verlagsanstalt
Berlin, 1899

L E B E N S L A U F

Name:	Reiner Gerhard Mauer
Geb.-Datum:	14.04.1950
Geb.-Ort:	Merchweiler, Kreis Ottweiler
Nationalität:	deutsch
Eltern:	Horst Franz Mauer und Marianne Mauer
Wohnort:	Brühlstraße 23 6690 St. Wendel

Bildungsweg:

1957 - 1960: Volksschule St. Wendel

1960 - 1968: Gymnasium St. Wendel

1968 - 1969: Pädagogium Baden-Baden

Juni 1969: Abitur

Oktober 1969 - Oktober 1974: Studium der Zahnheilkunde an der Universität Mainz

30.10.1974: Staatsexamen und Approbation als Zahnarzt

Beruflicher Werdegang:

Januar 1975 - August 1975:
Assistenzzahnarzt in der Praxis ZA Mauer in St. Wendel

August 1975 - Oktober 1977:
Fachausbildung in der Praxis Dr. Weber, Saarbrücken

November 1977 - Oktober 1978:
Weiterführung der Fachausbildung in der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Homburg/Saar

Oktober 1978:
Anerkennung zum Fachzahnarzt für Kieferorthopädie

Herrn Professor Dr. LEITHOFF danke ich für die Überlassung des Themas.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. ENDRIS für die wissenschaftliche Beratung.